, ATENT COOPERATION TREATY

| | From the INTERNATIONAL BUREAU |
|--|---|
| PCT | То: |
| | |
| NOTIFICATION OF ELECTION | Assistant Commissioner for Patents United States Patent and Trademark |
| (PCT Rule 61.2) | Office Box PCT |
| | Washington, D.C.20231 |
| On the Ward Advisor and the control | ETATS-UNIS D'AMERIQUE |
| Date of mailing (day/month/year) 02 August 2000 (02.08.00) | in its capacity as elected Office |
| International application No. | Applicant's or agent's file reference |
| PCT/EP99/07101 | P 21466 Gf/a |
| International filing date (day/month/year) | Priority date (day/month/year) 26 October 1998 (26.10.98) |
| 23 September 1999 (23.09.99) | 20 October 1938 (20.10.30) |
| WOLF, Peter et al | |
| WOLI, Felei et ai | |
| The designated Office is hereby notified of its election made | s: |
| X in the demand filed with the International Preliminary | |
| 09 May 2000 (0 | |
| 03 May 2000 (| 70.00.007 |
| in a notice effecting later election filed with the Intern | ational Bureau on: |
| | · |
| | |
| 2. The election X was | |
| | • |
| was not | |
| made before the expiration of 19 months from the priority on Rule 32.2(b). | late or, where Rule 32 applies, within the time limit under |
| | |
| | |
| | |
| · | |
| | |
| | |
| | |

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Authorized officer

F. Baechler

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

Technology Center 2600

(PCT Article 36 and Rule 70)

| Applicant's or agent's file reference P 21466 Gf/a | I MIJK HIJK FHINK AT TITIN | cation of Transmittal of International Examination Report (Form PCT/IPEA/416) | | |
|---|---|---|--|--|
| International application No. PCT/EP99/07101 | International filing date (day/month/year) 23 September 1999 (23.09.99) | Priority date (day/month/year) 26 October 1998 (26.10.98) | | |
| International Patent Classification (IPC) o H04L 1/20, 27/26 | or national classification and IPC | | | |
| ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG | | | | |

| | | date (day/month/year) | Priority date (day/month/year) | | | |
|---|---|-----------------------------------|--|--|--|--|
| PCT/EP99/07101 | 23 September | 1999 (23.09.99) | 26 October 1998 (26.10.98) | | | |
| International Patent Classification (IF H04L 1/20, 27/26 | C) or national classification | and IPC | | | | |
| Applicant | DOIDE & COUNA | DZ CMDII 6 CO | " • | | | |
| | ROHDE & SCHWA | RZ GMBH & CO. | KG | | | |
| This international prelimina Authority and is transmitted | ry examination report has o the applicant according to | been prepared by this Article 36. | International Preliminary Examining | | | |
| 2. This REPORT consists of a t | otal of 5heet | ts, including this cover s | heet. | | | |
| been amended and ar | companied by ANNEXES, i. e the basis for this report and ection 607 of the Administration | l/or sheets containing re | ion, claims and/or drawings which have ctifications made before this Authority the PCT). | | | |
| These annexes consis | t of a total of3 | _ sheets. | | | | |
| 3. This report contains indication | ns relating to the following in | tems: | | | | |
| I Basis of the | report | | | | | |
| II Priority | | | | | | |
| III Non-establi | shment of opinion with regar | d to novelty, inventive s | tep and industrial applicability | | | |
| IV Lack of uni | y of invention | | | | | |
| V Reasoned st citations and | V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement | | | | | |
| VI Certain doc | iments cited | | | | | |
| VII Certain defe | VII Certain defects in the international application | | | | | |
| VIII Certain observations on the international application | | | | | | |
| | | | | | | |
| Date of submission of the demand Date of completion of this report | | | | | | |
| 09 May 2000 (0 | 9.05.00) | 05 Oc | ctober 2000 (05.10.2000) | | | |
| Name and mailing address of the IPE | A/EP | Authorized officer | | | | |
| Facsimile No. | | Telephone No. | | | | |

| Date of submission of the demand | Date of completion of this report | | |
|---|-----------------------------------|--|--|
| 09 May 2000 (09.05.00) | 05 October 2000 (05.10.2000) | | |
| Name and mailing address of the IPEA/EP | Authorized officer | | |
| Facsimile No. | Telephone No. | | |

International application No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

PCT/EP99/07101

| I. Basis | of th | e report | | |
|---------------|-----------------|--|--|--|
| 1. This under | repor Artici | t has been drawn of the 14 are referred to | on the basis of (Replacement sheet in this report as "originally filed" | s which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation and are not annexed to the report since they do not contain amendments.): |
| | \boxtimes | the international | application as originally filed. | |
| | \boxtimes | the description, | pages 1-8 | _, as originally filed, |
| | · | | pages | _, filed with the demand, |
| | | | pages | , filed with the letter of, |
| | | | pages | , filed with the letter of |
| | \boxtimes | the claims, | Nos. | _ , as originally filed, |
| | | | Nos. | , as amended under Article 19, |
| | | | Nos. | , filed with the demand, |
| | | | Nos. 1-4 | , filed with the letter of 03 August 2000 (03.08.2000), |
| | | | Nos. | , filed with the letter of |
| | \boxtimes | the drawings, | sheets/fig 1/2-2/2 | _ , as originally filed, |
| | | | sheets/fig | , filed with the demand, |
| | | | sheets/fig | , filed with the letter of, |
| | | | sheets/fig | , filed with the letter of |
| 2. The a | mend | ments have resulte | ed in the cancellation of: | |
| | | the description, | pages | |
| | | the claims, | Nos | |
| | | the drawings, | sheets/fig | |
| | | _ | | |
| 3. | This | report has been es | stablished as if (some of) the amount of the | endments had not been made, since they have been considered Supplemental Box (Rule 70.2(c)). |
| | 5- | , | | 5 cappion 5 cm (|
| 4. Addit | ional | observations, if ne | ccessary: | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

International application No.
PCT/EP 99/07101

| V. | Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; |
|----|--|
| | citations and explanations supporting such statement |

| 1. Statement | | | |
|-------------------------------|--------|-----|-----|
| Novelty (N) | Claims | 1-4 | YES |
| | Claims | | NO |
| Inventive step (IS) | Claims | 1-4 | YES |
| | Claims | | NO |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-4 | YES |
| | Claims | | NO |

2. Citations and explanations

- The present application is directed to a method for displaying the modulation error of a multicarrier signal. Claim 1 claims a method for displaying the mean modulation error MER_{RMS} of an Orthogonal Frequency Division and Multiplexing (OFDM) multicarrier signal.
- The applicant acknowledges the **prior art** in the description (see especially page 3, first paragraph).

The disadvantage of the prior art is explained on page 3, second paragraph. Thus the method is known for calculating, with the formula on description page 2, and displaying the modulation error for each individual carrier as a numerical value. For multicarrier systems having 1000 or more carriers (for example, DAB = 1536 carriers, DVB = 1705 or 6817 carriers), this type of modulation calculation and single-carrier representation can no longer be used. If each individual carrier of the 6817 carriers of the OFDM signal, for example, were to be calculated with the formula, a relatively complicated computer would be necessary as well as

an especially large amount of storage for storing each carrier's individual summands.

- 3. The problem addressed by the invention (see page 3, third paragraph) is to show a method for easily calculating the modulation error with the least amount of computational complexity. Furthermore, a simple and clear metrological evaluation for all carriers should be possible.
- 4a. The problem addressed by the invention is solved by the advantageous interaction of the technical features given in Claim 1. The wording of the claim is:

"Method for displaying the mean modulation error MER_{RMS} of an Orthogonal Frequency Division and Multiplexing (OFDM) multicarrier signal

characterized in that

a. for each current modulation symbol I of each individual carrier k of the multicarrier signal, the square m_k of the error vector is calculated with the equation

 $m_k = |error vector_k|^2$,

$$A2_{k,I+1} = \frac{(A2_{k,I} \cdot I + m_k)}{(I + 1)}$$
 (iteration formula)

International application No.
PCT/EP 99/07101

where

 $A2_{k,I+1}$: new measurand (time I + 1) that should be filed in storage location k of storage device $A2_{k,I+1}$

 $A2_{k,I}$: previous measurand (time I) from storage location k of storage device A2,

 M_k current measured squared error for carrier k,

k: carrier number within the OFDM spectrum, increases with frequency, k = 0 ... Kmax,

I: number of the symbol, increases with time, $0 \le 1$

c. from these storage location values, the mean $(\text{percentage}) \text{ modulation error } MER_{RMS} \text{ for each carrier } \\ \text{is calculated with the formula}$

VM representing the weighted squared mean of the amplitude of all ideal signal states of each used modulation type of a carrier modulated with useful data,

and

d. this MER_{RMS} value is then graphically displayed as an ordinate value with the number of carriers

displayed as an abscissa.

4b. The method described in Claim 1 reveals advantageous effects as described on application pages 3 (last paragraph) to 4 (first paragraph).

The combination of features of Claim 1 makes it possible to continually calculate the mean modulation error for the individual carriers by means of a simple storage device. This method allows for extremely brief calculation times and is sufficient for a storage device having the least possible extent of storage.

5. The totality of all technical features of Claim 1 is not disclosed in any of the international search report documents.

The subject matter of Claim 1 therefore fulfils the criteria for novelty (PCT Article 33(1) and (2)).

The documents cited in the international search report also do **not** render obvious the subject matter of Claim 1. Therefore the requirement for inventive step is fulfilled for the subject matter claimed (PCT Article 33(1) and (3)).

The subject matter of Claim 1, among others, is industrially applicable in metrological applications in multicarrier systems, accordingly fulfilling the industrial applicability requirements of PCT Article 33(1) and (4).

6. Dependent Claims 2 to 4 specify special interpretations of the method according to Claim 1



International application No.
PCT/EP 99/07101

that likewise satisfy the requirements for novelty, inventive step, and industrial applicability (PCT Article 33(2) to (4)).

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

- Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not cite D1 and D4 or indicate the relevant prior art disclosed therein.
 - D1 FR-A-2 742 613 (FRANCE TELECOM) 20 June 1997,
 - "HP introduces industry's first test solution for European DBV-T Services." HP PRESS RELEASES, [Online] 15 July 1998 (1998-07-15), XP002130133 Calif. Retrieved from the Internet:

 URL: www.tm.agilent.com/tmo/press/English/PRTME600806.html [retrieved on 2000-02-09].
- 2. The **description** (see page 3, penultimate paragraph) has not been brought into line with the valid claims. Accordingly, the requirements of PCT Rule 5.1(a)(iii) are not fulfilled.
- 3. The present description does not contain brief descriptions of the drawings (Sheets 1/2 to 2/2). Accordingly, the requirements of PCT Rule 5.1(a)(iv) are not fulfilled (see also PCT Guidelines, Chapter II-4.7).
- 4. The present application does not fulfil the requirements of PCT Rule 11, especially not in light of the requirements of PCT Rule 11.9(d) [character size]. Whether regarding the original documents or document WO-A-00/25471, the

International application No. PCT/EP 99/07101

VII. Certain defects in the international application

application contains parts that are barely legible (see page 5, below; page 6) thus raising doubts about the informational content. Therefore it is suggested that the specified parts be filed as easily legible replacement pages during the national or regional phase of the proceedings.

- 5. The description has several typographical errors (see page 1, lines 6 and 9) that should be corrected:
 - M**o**dulationsfehler,
 - D<u>i</u>vision und Multiplexing.

WELTORGANISATION FUR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7:

H04L 1/20, 27/26

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/25471

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:

4. Mai 2000 (04.05.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP99/07101

A1

(22) Internationales Anmeldedatum:

23. September 1999 (23.09.99)

CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Prioritätsdaten:

198 49 319.3

26. Oktober 1998 (26.10.98)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG [DE/DE]; Mühldorfstrasse 15, D-81671 München (DE).

(72) Erfinder; und

- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WOLF, Peter [DE/DE]; Kolumbusstrasse 4, D-81543 München (DE). BALZ, Christoph [DE/DE]; Gerhardstrasse 29, D-81543 München
- (74) Anwalt: GRAF, Walter; Mitscherlich & Partner, Sonnenstrasse 33, D-80331 München (DE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

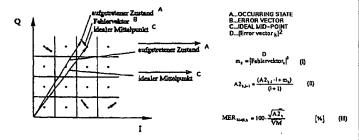
(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE,

(54) Title: METHOD FOR DISPLAYING THE MODULATION ERROR OF A MULTIPLE CARRIER SIGNAL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ANZEIGE DES MODULATIONSFEHLERS EINES MULTITRÄGER-SIGNALS

(57) Abstract

The invention relates to a method for displaying the mean modulation error MERRMS of a multiple carrier (OFDM) signal in which: a) The square of the error vector is calculated according to the relation (I) for each actual modulation symbol I of each individual carrier k of the multiple carrier signal; b) this value mk is offset with the content of a storage location of a memory, said storage location being assigned to the same carrier k, which comprises the same number of storage locations as the OFDM signal carrier, according to relation (II) (iteration



formula) with A2_{k,l+1}: new measured value (instant l+1) which should be filed in storage location k of the memory A2; A2_{k,l}: previous measured value (instant l) from storage location k of memory A2; mk: Actual measured error square for carrier k; k: Carrier number within the OFDM spectrum, grows with the frequency, k=0 ... K_{max}, 1: number of the symbol, grows with time, 0≤1; c) the mean modulation error MERRMS is subsequently calculated for each carrier from these values of the storage locations according to relation (III), whereby VM is the quadratically weighted mean value of the amplitude of all ideal signal states of the modulation type, used each time, of a carrier modulated with useful data, and finally, d) this MERRMS value is then graphically represented with the number of the carriers as an abscissa for each individual carrier k as an ordinate value of a diagram.

(57) Zusammenfassung

Zur Anzeige des mittleren Modulationsfehlers MERRMS eines Multiträger (OFDM)-Signals wird: a) für jedes aktuelle Modulationssymbol I jedes einzelnen Trägers k des Multiträgersignals das Quadrat des Fehlervektors nach der Beziehung (I) berechnet, b) dieser Wert mit dem Inhalt einer dem gleichen Träger k zugeordneten Speicherzelle eines Speichers, der genausoviel Speicherzellen wie das OFDM-Signal Träger besitzt, nach der Beziehung (II) (Iterationsformel) mit A2k,l+1: neuer Meßwert (Zeitpunkt l+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll, A2k,: bisheriger Meßwert (Zeitpunkt 1) aus Speicherzelle k des Speichers A2, mk: aktuel gemessenes Fehlerquadrat für Träger k, k: Trägernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k=0 ... Kmax, 1: Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, 0≤1, verrechnet, c) aus diesen Werten der Speicherzellen dann nach der Beziehung Formula (III) der mittlere Modulationsfehler MERRMS für jeden Träger berechnet, wobei VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände der jeweils verwendeten Modulationsart eines mit Nutzdaten modulierten Trägers ist, und schließlich, d) dieser MERRMS-Wert dann für jeden einzelnen Träger k als Ordinatenwert eines Diagramms mit der Anzahl der Träger als Abszisse graphisch dargestellt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
|----|------------------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------|----|------------------------|
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| ΑU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| ΑZ | Aserbaidschan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Мопасо | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | | Republik Mazedonien | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | ML | Mali | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MN | Mongolei | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MR | Mauretanien | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MW | Malawi | US | Vereinigte Staaten von |
| CA | Kanada | IT | Italien | MX | Mexiko | | Amerika |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CM | Kamerun | | Korea | PL | Polen | | |
| CN | China | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CU | Kuba | KZ | Kasachstan | RO | Rumanien | | |
| CZ | Tschechische Republik | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| DE | Deutschland | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DK | Dänemark | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| EE | Estland | LR | Liberia | SG | Singapur | | |

Verfahren zur Anzeige des Modulationsfehlers eines Multiträger-Signals

5

10

15

Der Mudulationsfehler (Modulation Error Ratio MER) ist eine wichtige Kenngröße für die in der modernen Übertragungstechnik beispielsweise bei DAB (Digital Audio Broadcasting) bzw. DVB-T (Digital Video Broadcasting - terrestrial) benutzten OFDM (Orthogonal Frequency Devision and Multiplexing)-Multiträger-Systeme, da er die mittlere bzw. maximale Abweichung der hierbei verwendeten Amplituden- und Phasenzustände (I- und Q-Werte) von den idealen Signalzuständen der verwendeten Digitalmodulation angibt und damit ein Maß für die Signalqualität darstellt. Der Modulationsfehler wird als Mittelwert und als Maximalwert angegeben. Zu seiner Berechnung werden alle Entscheidungsfelder des Modulations-Vektordiagramms nacheinander untersucht. Für die Ermittlung des Maximalwertes wird in jedem Entscheidungsfeld der maximale Betrag des Differenzvektors vom idealen Signalzustand zu den aufgetretenen Signalzuständen (Fehlervektor) gesucht. Außer dem Maximum der Zwischenergebnisse wird dann der Maximalwert des Modulationsfehlers MER_{MAX} gerechnet nach der Beziehung

20

$$MER_{MAX} = 100 \cdot \frac{max\{|Fehlervektor|\}}{VM}$$
 [%]

5

10

Dabei ist VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände eines mit Nutzdaten modulierten Trägers der jeweils verwendeten Modulationsart, der für die am häufigsten benutzten Modulationsarten wie 16QAM usw. bekannt ist bzw. einfach berechnet werden kann und als Konstante bei der Berechnung eingesetzt wird.

Für den mittleren Modulationsfehler werden alle Beträge der Differenzvektoren vom idealen Zustand zum aufgetretenen Zustand quadratisch addiert und die Anzahl der Symbole gezählt. Anschließend wird der mittlere Modulationsfehler MER_{RMS} nach der Beziehung

$$MER_{RLG} = 100 \cdot \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{n} |Fehlervektor|^{2}}}{VM}$$
 [%]

15 berechnet.

Beide nach obigen Beziehungen in Prozent berechnete Größen lassen sich auch im logarithmischen Maßstab in dB angeben nach folgender Umrechnung:

20
$$MER_{dB} = -20 \cdot lg \left(\frac{MER[\%]}{100} \right) \quad [dB]$$

WO 00/25471 PCT/EP99/07101

Der Begriff Modulationsfehler und die entsprechenden Berechnungsvorschriften hierfür sind von der DVB Measurement Group im ETR 290 für DVB-C und DVB-S festgeschrieben und genormt. Fig. 1 zeigt beispielhaft die zur Berechnung des Modulationsfehlers notwendigen Vektoren im ersten Quadranten und zwar für 64QAM.

5

10

15

20

Es ist bekannt, jeweils für einen einzigen Träger nach den obigen Formeln den Modulationsfehler zu berechnen und als Zahlenwert anzuzeigen. Für Multiträgersysteme mit 1000 oder noch mehr einzelnen Trägern, wie dies bei DAB mit 1536 Trägern und bei DVB sogar mit 1705 bzw. 6817 Trägern der Fall ist, ist diese Art der Modulationsfehlerberechnung und Einzelträger Darstellung nicht mehr brauchbar.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren aufzuzeigen, mit welchem der Modulationsfehler auf einfache Weise mit geringstmöglichem Rechenaufwand berechnet und außerdem so dargestellt werden kann, daß eine einfache und übersichtliche meßtechnische Auswertung für alle Träger möglich ist.

Diese Aufgabe wird für die Anzeige des mittleren Modulationsfehlers gemäß Anspruch 1 und für die Anzeige des maximalen Modulationsfehlers nach Anspruch 2 gelöst, wobei diese beiden Möglichkeiten vorzugsweise kombiniert angewendet werden, so daß einem Benutzer gleichzeitig der mittlere und der maximale Modulationsfehler in Abhängigkeit von der Frequenz angezeigt wird. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

Gemäß der Erfindung wird durch einfache auseinanderfolgende Rechenschritte der mittlere bzw. maximale Modulationssehler berechnet, das Ergebnis entspricht dabei den

eingangs erwähnten Beziehungen, die aufgezeigten aufeinanderfolgenden Rechenschritte gemäß der Erfindung lösen diese Berechnung jedoch in kürzerer Rechenzeit und auch mit dazu erforderlichem geringerem Speicherumfang und können z.B. auf jedem handelsüblichen PC ausgeführt werden. Durch die Abspeicherung der einzelnen berechneten Werte in Speicherzellen eines genausoviel Zellen wie Träger aufweisenden Speichers steht das Ergebnis der Modulationsfehlerbestimmung unmittelbar in Zuordnung zu den einzelnen Trägern zur Verfügung und kann damit unmittelbar in Abhängigkeit von der Frequenz für das gesamte Multiträger-Frequenzband graphisch dargestellt werden. Damit kann ein Benutzer sofort feststellen, an welchen Stellen des Spektrums kritische Verhältnisse vorliegen und es kann somit erstmals auch ein Multiträger-System auf einfache Weise bezüglich Modulationsfehler meßtechnisch analy siert werden.

Der Modulationsfehler eines einzelnen Trägers unterliegt großen statistisch bedingten Schwankungen. Es ist daher erforderlich, daß gemäß der Erfindung zunächst eine Integration über mehrere Symbole der auf den einzelnen Trägern aufmodulierten Daten durchgeführt wird. Voraussetzung für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Kenntnis der Signalkonstellation jedes einzelnen Trägers, wie dies für 64 QAM in Fig. 1 schematisch für einen Quadranten in der I/Q-Ebene dargestellt ist. Für jedes aktuelle Symbol wird zunächst nach der Beziehung

 $m_k = |Feblervektor_k|^2$

15

20

das Quadrat des Fehlervektors des aktuellen Einzelträgers k berechnet. Da hier für jeden Träger nur ein einziger Punkt der Signalkonstellation ausgewertet wird, entfällt die Summation gemäß der eingangs erwähnten allgemeinen Gleichung.

In einem zweiten Rechenschritt wird dann das Ergebnis m_k für jeden Einzelträger k separat mit dem Inhalt einer speziell für diesen Einzelträger reservierten Speicherzelle verglichen, die wiederum einem Speicher A1 zugeordnet ist. Dabei hat dieser Speicher A1 genausoviel Speicherplätze K_{MAX} + 1, wie Träger in dem OFDM-System vorhanden sind. Bei der dem aktuellen Träger k zugeordneten Speicherzelle des Speichers A1 wird geprüft, ob der aktuelle Meßwert m_k größer ist als der in dieser Speicherzelle bereits abgespeicherte Wert. Ist der abgespeicherte Wert größer als der aktuelle Wert, bleibt der Speicherzelleninhalt unverändert. Ist der aktuelle Wert größer, wird dieser als neuer Wert in die Speicherzelle eingelesen. Auf diese Weise wird für jeden Träger der Maximalwert abgespeichert.

15

20

25

10

5

Gleichzeitig wird das Ergebnis der m_k des aktuellen Modulationsfehlers für jeden Einzelträger separat mit dem Inhalt einer eigenen Speicherzelle des zweiten Speichers A2 verrechnet, welcher ebenfalls soviel Speicherplätze aufweist, wie Träger im OFDM-System vorhanden sind. Dabei wird der bisher in der Speicherzelle k stehende Wert A2_k mit dem aktuellen Meßwert m_k nach folgender Beziehung verrechnet:

$$A2_{k,l+1} = \frac{(A2_{k,l} \cdot l + m_k)}{(l+1)}$$
 (Iterations formel)

نند

A2_{kl+1}: neuer Meßwers (Zeitpunkt l+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll,

٠..

A2L; bisheriger Mestwert (Zeitpunks I) aus Speicherzelle k des Speichers A2,

m: akwell gemessenes Fehlerquadras für Träger k,

k: Tragernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k = 0 ... K___ L: Nammer des Symbols, wächst mit der Zeit, 0 ≤ l.

Dieser Rechenschritt wird für alle Träger des Symbols wiederholt. Dann wird für das nächste Symbol der gleiche Prozeß wiederum für alle Träger ausgeführt. So entsteht im Laufe vieler Symbole im Speicher A2 ein repräsentatives Abbild des mittleren Modulationsfehlers als Funktion von der Frequenz bzw. der jeweiligen Trägernummer k. Diese Rechenschritte liefern exakt das gleiche Ergebnis wie die eingangs erwähnte genormte Gleichung.

10

5

Alternativ kann der dritte Rechenschritt auch auf folgende Weise aufgeteilt werden. Zunächst wird nach folgender Beziehung ein Zwischenwert berechnet:

 $A2'_{k,i+1} = A2'_{k,i} + m_k$ (1)

(Iterationsformel)

15

20

mit

 $A2^{\prime}_{kl+1}$: neuer Meßwert (Zeitpunkt l+1), der in Speicherzelle k des Speicherz A2 abgelegt werden soll,

12' Li bisheriger Meßwert (Zeitpunkt I) aus Speicherzelle k des Speichers 12.

my: aktuell gemessenes Fehlerquadrat für Trager k.

k: Tragernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k = 0 ... K....

L' Nummer des Symbols, wâchst mit der Zeit, 0 ≤ L

Wenn nun der Speicher A2' für die Darstellung des mittleren Modulationsfehlers am

Bildschirm herangezogen werden soll, muß der Inhalt jeder einzelnen Speicherzelle

zuvor noch durch die Anzahl der bis dahin erfaßten Symbole I+1 geteilt werden, die in

einem eigenen Zähler ermittelt wird. Dann kann nach der Beziehung

7

PCT/EP99/07101

$$A2_{k,l} = \frac{A2_{k,l}^{l}}{l+1}$$

Größe VM berechnet werden:

wieder der Endwert A2 berechnet werden. Diese Aufteilung ermöglicht einen schnelleren Programmablauf innerhalb eines digitalen Signalprozessors.

Aus den so berechneten Werten von A1 und A2 kann in einem abschließenden Rechenschritt dann jeweils der eigentliche mittlere bzw. maximale Modulationsfehler nach folgender Beziehung aus der für die jeweils angewandte Modulationsart bekannten

$$MER_{MAXk} = 100 \cdot \frac{\sqrt{Al_k}}{VM}$$
 [%]

$$MER_{RMS,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{A2_k}}{VM}$$
 [%]

Wenn eine Anzeige in dB gewünscht wird, kann der Prozentwert nach folgender Beziehung umgerechnet werden:

$$MER_{dB} = -20 \cdot lg \left(\frac{MER[\%]}{100} \right) \quad [dB]$$

20

10

Aus dem Maximalwert in Prozent wird dadurch ein Minimalwert in dB.

10

WO 00/25471 PCT/EP99/07101 8

Fig. 2 zeigt die Darstellung des maximalen bzw. mittleren Modulationsfehlers in einem Diagramm auf dem Bildschirm einer Anzeigeeinrichtung, die Abszisse ist mit den Nummern der einzelnen Träger des OFDM-Spektrums skaliert, beispielsweise zwischen 0 bis 6816. Auf der Ordinate ist der für jeden Träger jeweils berechnete Modulationsfehler aufgetragen. Die bei DVB-T an sich vorhandenen insgesamt 1705 bzw. 6817 Träger könnten unter Umständen zu Auflösungsschwierigkeiten bei der Darstellung führen. Nachdem eine übliches LC-Display beispielsweise nur insgesamt 320 Pixelspalten aufweist, ist es vorteilhaft, das insgesamt darzustellende Gesamtspektrum in beispielsweise nur 320 Träger umfassende Einzelbereiche aufzuteilen und diese nacheinander darzustellen oder mehrere Träger gleichzeitig in einer Spalte des Displays zusammenzufassen.

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Anzeige des mittleren Modulationsfehlers MERPMS eines -

5 Multiträger (OFDM)-Signals,

dadurch gekennzeichnet,

daß

a) für jedes aktuelle Modulationssymbol I jedes einzelnen Trägers k des Multiträgersignals das Quadrat des Fehlervektors nach der Beziehung

10

 $m_k = |Fehlervektor_k|^2$

berechnet wird,

b) dieser Wert m_k mit dem Inhalt einer dem gleichen Träger k zugeordneten

Speicherzelle eines Speichers (A2), der genausoviel Speicherzellen wie das OFDM-Signal Träger besitzt, nach der Beziehung

$$A2_{k,l+1} = \frac{(A2_{k,l} \cdot l + m_k)}{(l+1)}$$
 (Iterations formel)

mit

20 A2_{k+1}: neuer Meßwert (Zeitpunks l+1), der in Speicherzeile k des Speichers A2 abgelegt werden soll,

124: bisheriger Meßwere (Zeitpunkt I) ous Speicherzelle k des Speichers 12.

me: akuell gemessenes Fehlerquadras für Träger k,

k: Tragernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, $k = 0 ... K_{max}$

L' Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, 0 S L.,

25

verrechnet wird.

c) aus diesen Werten der Speicherzellen dann nach der Beziehung

$$MER_{RMG,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{A2_k}}{VM}$$
 [%]

5

10

der mittlere Modulationsfehler MER_{RMS} für jeden Träger berechnet wird, wobei VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände der jeweils verwendeten Modulationsart eines mit Nutzdaten modulierten Trägers ist, und d) dieser MER_{RMS}-Wert dann für jeden einzelnen Träger k als Ordinatenwert eines Diagramms mit der Anzahl der Träger als Abszisse graphisch dargestellt wird.

- Verfahren zur Anzeige des maximalen Modulationsfehlers MER_{MAX} eines -Multiträger (OFDM)-Signals, insbesondere in Kombination mit einem Verfahren nach Anspruch 1,
- 15 dadurch gekennzeichnet,

daß

a) für jedes aktuelle Modulationssymbol I jedes einzelnen Trägers k des Multiträgersignals das Quadrat des Fehlervektors nach der Beziehung

$$m_k = |Fehlervektor_k|^2$$

berechnet wird,

b) dieser Wert m_k mit dem Wert einer dem gleichen Träger k zugeordneten Speicherzelle eines Speichers (A1), der genausoviel Speicherzellen wie das OFDM- Signal Träger aufweist, verglichen wird, wobei der in dieser Speicherzelle abgespeicherte Wert durch den aktuellen Wert ersetzt wird, wenn der aktuelle Wert größer als der bereits abgespeicherte ist,

c) aus diesen Maximalwerten der Speicherzellen dann nach der Beziehung

5

$$MER_{MAXk} = 100 \cdot \frac{\sqrt{A l_k}}{VM}$$
 [%]

der maximale Modulationsfehler MER_{MAX} für jeden Träger berechnet wird, wobei

VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände

der jeweils verwendeten Modulationsart eines mit Nutzdaten modulierten Trägers ist,

und

- d) dieser MER-Max-Wert dann für jeden einzelnen Träger k als Ordinatenwert eines Diagramms mit der Anzahl der Träger als Abszisse graphisch dargestellt wird.
- 3. Verfahren nach Anspruch 2,dadurch gekennzeichnet,

daß anstelle des Rechenschrittes a) nach Anspruch 2 beim Rechenschritt b) jeweils unmittelbar der maximale Fehlervektor je Speicherzelle abgespeichert wird und im Verfahrensschritt c) der Wert REM_{MAX} nach der Beziehung

20

$$MER_{MAX,k} = 100 \cdot \frac{|max.Feblervektor_k|}{\overline{VM}}$$
 [%]

berechnet und schließlich nach Verfahrensschritt d) graphisch dargestellt wird.

- 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- daß bei Verfahrensschritt b) nach Anspruch 1 zunächst nach der Beziehung

$$A2'_{k,l+1} = A2'_{k,l} + m_k$$
 (Iterations formel)

au d

A2'LI+1: neuer Meßwert (Zeitpunkt l+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll,

12's; bisheriger Meßwert (Zeitpunkt I) aus Speicherzelle k des Speichers A2,

mi: aktuell gemessenes Fehlerquadras für Träger k.

k: Tragernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k = 0 ... K.....

L: Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, 0 ≤ L

ein Zwischenwert berechnet wird und dieser Zwischenwert A2' vor der Anzeige nach Verfahrensschritt d) durch die in einem gesonderten Zähler gezählte Anzahl der erfaßten Symbole gemäß der Beziehung

$$A2_{k,l} = \frac{A2_{k,l}^{l}}{l+1}$$

20

10

geteilt wird.

- 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- daß die zunächst in Prozent ermittelten Werte für MER_{RMS} und/oder MER_{MAX} vor ihrer frequenzabhängigen graphischen Darstellung in die Einheit dB nach der Beziehung

$$MER_{dB} = -20 \cdot lg \left(\frac{MER[\%]}{100} \right) \quad [dB]$$

umgerechnet werden.

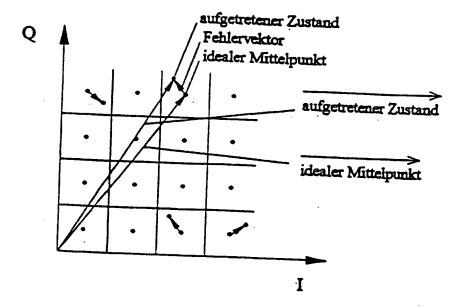
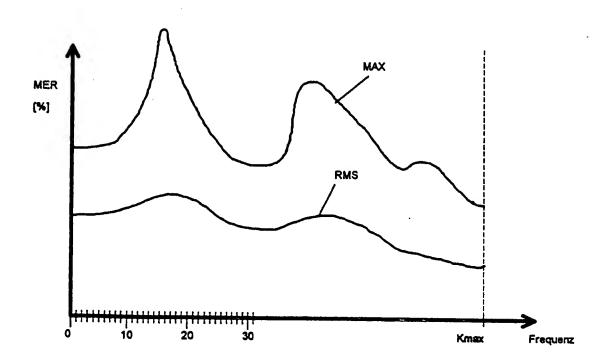
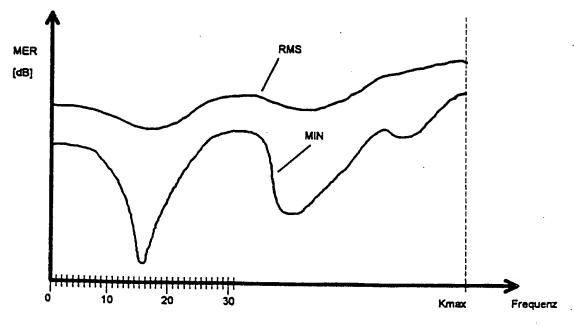


Fig. 1





PCI

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7:

H04L 1/20, 27/26

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 00/25471

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

4. Mai 2000 (04.05.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP99/07101

(22) Internationales Anmeldedatum:

23. September 1999 (23.09.99) (81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,

NL, PT, SE).

(30) Prioritätsdaten:

26. Oktober 1998 (26.10.98)

DF.

198 49 319.3

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG [DE/DE]; Mühldorfstrasse 15, D-81671 München (DE).

(72) Erfinder; und

- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WOLF, Peter [DE/DE]; Kolumbusstrasse 4, D-81543 München (DE). BALZ, Christoph [DE/DE]; Gerhardstrasse 29, D-81543 München (DE).
- (74) Anwalt: GRAF, Walter, Mitscherlich & Partner, Sonnenstrasse 33, D-80331 München (DE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: METHOD FOR DISPLAYING THE MODULATION ERROR OF A MULTIPLE CARRIER SIGNAL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ANZEIGE DES MODULATIONSFEHLERS EINES MULTITRÄGER-SIGNALS

(57) Abstract

The invention relates to a method for displaying the mean modulation error MERRMS of a multiple carrier (OFDM) signal in which: a) The square of the error vector is calculated according to the relation (I) for each actual modulation symbol I of each individual carrier k of the multiple carrier signal; b) this value mk is offset with the content of a storage location of a memory, said storage location being assigned to the same carrier k, which comprises the same number of storage locations as the OFDM signal carrier, according to relation (II) (iteration Fehlervelone B._ERROR VECTOR
C_IDEAL MID-POINT
D_..Error vector k)2 dealer Mittelpunkt C [%]

formula) with A2k,l+1: new measured value (instant l+1) which should be filed in storage location k of the memory A2; A2k,l: previous measured value (instant I) from storage location k of memory A2; mk: Actual measured error square for carrier k; k: Carrier number within the OFDM spectrum, grows with the frequency, k=0 ... K_{max}; l: number of the symbol, grows with time, 0≤1; c) the mean modulation error MERRMS is subsequently calculated for each carrier from these values of the storage locations according to relation (III), whereby VM is the quadratically weighted mean value of the amplitude of all ideal signal states of the modulation type, used each time, of a carrier modulated with useful data, and finally, d) this MERRMS value is then graphically represented with the number of the carriers as an abscissa for each individual carrier k as an ordinate value of a diagram.

(57) Zusammenfassung

Zur Anzeige des mittleren Modulationsfehlers MERRMS eines Multiträger (OFDM)-Signals wird: a) für jedes aktuelle Modulationssymbol I jedes einzelnen Trägers k des Multiträgersignals das Quadrat des Fehlervektors nach der Beziehung (I) berechnet, b) dieser Wert mk mit dem Inhalt einer dem gleichen Träger k zugeordneten Speicherzelle eines Speichers, der genausoviel Speicherzellen wie das OFDM-Signal Träger besitzt, nach der Beziehung (II) (Iterationsformel) mit A2k,l+1: neuer Meßwert (Zeitpunkt l+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll, A2k,l: bisheriger Meßwert (Zeitpunkt 1) aus Speicherzelle k des Speichers A2, mk: aktuel gemessenes Fehlerquadrat für Träger k, k: Trägernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k=0 ... Kmax, l: Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, 0≤1, verrechnet, c) aus diesen Werten der Speicherzellen dann nach der Beziehung Formula (III) der mittlere Modulationsfehler MERRMS für jeden Träger berechnet, wobei VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände der jeweils verwendeten Modulationsart eines mit Nutzdaten modulierten Trägers ist, und schließlich, d) dieser MERRMs-Wert dann für jeden einzelnen Träger k als Ordinatenwert eines Diagramms mit der Anzahl der Träger als Abszisse graphisch dargestellt.

WO 00/25471 PCT/EP99/07101

Verfahren zur Anzeige des Modulationsfehlers eines Multiträger-Signals

5

10

Der Mudulationsfehler (Modulation Error Ratio MER) ist eine wichtige Kenngröße für die in der modernen Übertragungstechnik beispielsweise bei DAB (Digital Audio Broadcasting) bzw. DVB-T (Digital Video Broadcasting - terrestrial) benutzten OFDM (Orthogonal Frequency Devision and Multiplexing)-Multiträger-Systeme, da er die mittlere bzw. maximale Abweichung der hierbei verwendeten Amplituden- und Phasenzustände (I- und Q-Werte) von den idealen Signalzuständen der verwendeten Digitalmodulation angibt und damit ein Maß für die Signalqualität darstellt. Der Modulationsfehler wird als Mittelwert und als Maximalwert angegeben. Zu seiner Berechnung werden alle Entscheidungsfelder des Modulations-Vektordiagramms nacheinander untersucht. Für die Ermittlung des Maximalwertes wird in jedem Entscheidungsfeld der maximale Betrag des Differenzvektors vom idealen Signalzustand zu den aufgetretenen Signalzuständen (Fehlervektor) gesucht. Außer dem Maximum der Zwischenergebnisse wird dann der Maximalwert des Modulationsfehlers MER_{MAX} gerechnet nach der Beziehung

20

25

15

$$MER_{MAX} = 100 \cdot \frac{max\{|Fehlervektor|\}}{VM}$$
 [%]

Dabei ist VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände eines mit Nutzdaten modulierten Trägers der jeweils verwendeten Modulationsart, der für die am häufigsten benutzten Modulationsarten wie 16QAM usw. bekannt ist bzw. einfach berechnet werden kann und als Konstante bei der Berechnung eingesetzt wird.

30 Für den mittleren Modulationsfehler werden alle Beträge der Differenzvektoren vom idealen Zustand zum aufgetretenen Zustand quadratisch addiert und die Anzahl der

2

Symbole gezählt. Anschließend wird der mittlere Modulationsfehler MER_{RMS} nach der Beziehung

$$MER_{RMS} = 100 \cdot \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{n} |Fehlervektor|^{2}}}{VM}$$
 [%]

5

berechnet.

Beide nach obigen Beziehungen in Prozent berechnete Größen lassen sich auch im logarithmischen Maßstab in dB angeben nach folgender Umrechnung:

$$MER_{dB} = -20 \cdot lg \left(\frac{MER[\%]}{100} \right) \quad [dB]$$

- Der Begriff Modulationsfehler und die entsprechenden Berechnungsvorschriften hierfür sind von der DVB Measurement Group im ETR 290 für DVB-C und DVB-S festgeschrieben und genormt. Fig. 1 zeigt beispielhaft die zur Berechnung des Modulationsfehlers notwendigen Vektoren im ersten Quadranten und zwar für 64QAM.
- Es ist bekannt, jeweils für einen einzigen Träger nach den obigen Formeln den Modulationsfehler zu berechnen und als Zahlenwert anzuzeigen. Für Multiträgersysteme mit 1000 oder noch mehr einzelnen Trägern, wie dies bei DAB mit 1536 Trägern und bei DVB sogar mit 1705 bzw. 6817 Trägern der Fall ist, ist diese Art der Modulationsfehlerberechnung und Einzelträger Darstellung nicht mehr brauchbar.

25

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren aufzuzeigen, mit welchem der Modulationsfehler auf einfache Weise mit geringstmöglichem Rechenaufwand berechnet und außerdem so dargestellt werden kann, daß eine einfache und übersichtliche meßtechnische Auswertung für alle Träger möglich ist.

30

Diese Aufgabe wird für die Anzeige des mittleren Modulationsfehlers gemäß Anspruch 1 und für die Anzeige des maximalen Modulationsfehlers nach Anspruch 2 gelöst, wobei diese beiden Möglichkeiten vorzugsweise kombiniert angewendet werden, so daß einem Benutzer gleichzeitig der mittlere und der maximale Modulationsfehler in Abhängigkeit von der Frequenz angezeigt wird. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

Gemäß der Erfindung wird durch einfache aufeinanderfolgende Rechenschritte der mittlere bzw. maximale Modulationsfehler berechnet, das Ergebnis entspricht dabei den eingangs erwähnten Beziehungen, die aufgezeigten aufeinanderfolgenden Rechenschritte gemäß der Erfindung lösen diese Berechnung jedoch in kürzerer Rechenzeit und auch mit dazu erforderlichem geringerem Speicherumfang und können z.B. auf jedem handelsüblichen PC ausgeführt werden. Durch die Abspeicherung der einzelnen berechneten Werte in Speicherzellen eines genausoviel Zellen wie Träger aufweisenden Speichers steht das Ergebnis der Modulationsfehlerbestimmung unmittelbar in Zuordnung zu den einzelnen Trägern zur Verfügung und kann damit unmittelbar in Abhängigkeit von der Frequenz für das gesamte Multiträger-Frequenzband graphisch dargestellt werden. Damit kann ein Benutzer sofort feststellen, an welchen Stellen des Spektrums kritische Verhältnisse vorliegen und es kann somit erstmals auch ein Multiträger-System auf einfache Weise bezüglich Modulationsfehler meßtechnisch analy siert werden.

Der Modulationsfehler eines einzelnen Trägers unterliegt großen statistisch bedingten Schwankungen. Es ist daher erforderlich, daß gemäß der Erfindung zunächst eine Integration über mehrere Symbole der auf den einzelnen Trägern aufmodulierten Daten durchgeführt wird. Voraussetzung für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Kenntnis der Signalkonstellation jedes einzelnen Trägers, wie dies für 64 QAM in Fig. 1 schematisch für einen Quadranten in der I/Q-Ebene dargestellt ist. Für jedes aktuelle Symbol wird zunächst nach der Beziehung

30

5

10

15

20

25

$$m_v = |Fehlervektor_v|^2$$

das Quadrat des Fehlervektors des aktuellen Einzelträgers k berechnet. Da hier für jeden Träger nur ein einziger Punkt der Signalkonstellation ausgewertet wird, entfällt die Summation gemäß der eingangs erwähnten allgemeinen Gleichung.

5

10

15

20

In einem zweiten Rechenschritt wird dann das Ergebnis m_k für jeden Einzelträger k separat mit dem Inhalt einer speziell für diesen Einzelträger reservierten Speicherzelle verglichen, die wiederum einem Speicher A1 zugeordnet ist. Dabei hat dieser Speicher A1 genausoviel Speicherplätze $K_{MAX} + 1$, wie Träger in dem OFDM-System vorhanden sind. Bei der dem aktuellen Träger k zugeordneten Speicherzelle des Speichers A1 wird geprüft, ob der aktuelle Meßwert m_k größer ist als der in dieser Speicherzelle bereits abgespeicherte Wert. Ist der abgespeicherte Wert größer als der aktuelle Wert, bleibt der Speicherzelleninhalt unverändert. Ist der aktuelle Wert größer, wird dieser als neuer Wert in die Speicherzelle eingelesen. Auf diese Weise wird für jeden Träger der Maximalwert abgespeichert.

Gleichzeitig wird das Ergebnis der m_k des aktuellen Modulationsfehlers für jeden Einzelträger separat mit dem Inhalt einer eigenen Speicherzelle des zweiten Speichers A2 verrechnet, welcher ebenfalls soviel Speicherplätze aufweist, wie Träger im OFDM-System vorhanden sind. Dabei wird der bisher in der Speicherzelle k stehende Wert $A2_k$ mit dem aktuellen Meßwert m_k nach folgender Beziehung verrechnet:

$$A2_{k,l-1} = \frac{(A2_{k,l} \cdot l + m_k)}{(l+1)}$$
 (Iterationsformel)

mit

25

 $A2_{k,l+1}$: neuer Meßwert (Zeitpunkt l+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll,

A2_{k,l}: bisheriger Meßwert (Zeitpunkt I) aus Speicherzelle k des Speichers A2,

m_k: aktuell gemessenes Fehlerquadrat für Träger k,

k: Trägernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k

 $= 0 \dots K_{\max},$

1: Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, $0 \le 1$.

Dieser Rechenschritt wird für alle Träger des Symbols wiederholt. Dann wird für das nächste Symbol der gleiche Prozeß wiederum für alle Träger ausgeführt. So entsteht im Laufe vieler Symbole im Speicher A2 ein repräsentatives Abbild des mittleren Modulationsfehlers als Funktion von der Frequenz bzw. der jeweiligen Trägernummer k. Diese Rechenschritte liefern exakt das gleiche Ergebnis wie die eingangs erwähnte genormte Gleichung.

Alternativ kann der dritte Rechenschritt auch auf folgende Weise aufgeteilt werden. Zunächst wird nach folgender Beziehung ein Zwischenwert berechnet:

10

5

$$A2'_{k,l+1} = A2'_{k,l} + m_k$$
 (Iterations formel)

mit

A2'_{k,l+1}: neuer Meßwert (Zeitpunkt 1+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll,

15

A2'_{k,l}: bisheriger Meßwert (Zeitpunkt I) aus Speicherzelle k des Speichers A2,

 m_k : aktuell gemessenes Fehlerquadrat für Träger k,

k: Trägernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k

 $= 0 \ldots K_{max},$

1: Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, $0 \le 1$.

20

25

Wenn nun der Speicher A2' für die Darstellung des mittleren Modulationsfehlers am Bildschirm herangezogen werden soll, muß der Inhalt jeder einzelnen Speicherzelle zuvor noch durch die Anzahl der bis dahin erfaßten Symbole I+1 geteilt werden, die in einem eigenen Zähler ermittelt wird. Dann kann nach der Beziehung

$$A2_{k,1} = \frac{A2'_{k,1}}{1+1}$$

30

wieder der Endwert A2 berechnet werden. Diese Aufteilung ermöglicht einen schnelleren Programmablauf innerhalb eines digitalen Signalprozessors.

Aus den so berechneten Werten von A1 und A2 kann in einem abschließenden Rechenschritt dann jeweils der eigentliche mittlere bzw. maximale Modulationsfehler nach folgender Beziehung aus der für die jeweils angewandte Modulationsart bekannten Größe \overline{VM} berechnet werden:

$$MER_{MAX,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{A l_k}}{VM}$$
 [%]

$$MER_{RMS,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{A2_k}}{VM}$$
 [%]

Wenn eine Anzeige in dB gewünscht wird, kann der Prozentwert nach folgender Beziehung umgerechnet werden:

$$MER_{dB} = -20 \cdot lg \left(\frac{MER[\%]}{100} \right) \quad [dB]$$

15

20

25

5

Aus dem Maximalwert in Prozent wird dadurch ein Minimalwert in dB.

Fig. 2 zeigt die Darstellung des maximalen bzw. mittleren Modulationsfehlers in einem Diagramm auf dem Bildschirm einer Anzeigeeinrichtung, die Abszisse ist mit den Nummern der einzelnen Träger des OFDM-Spektrums skaliert, beispielsweise zwischen 0 bis 6816. Auf der Ordinate ist der für jeden Träger jeweils berechnete Modulationsfehler aufgetragen. Die bei DVB-T an sich vorhandenen insgesamt 1705 bzw. 6817 Träger könnten unter Umständen zu Auflösungsschwierigkeiten bei der Darstellung führen. Nachdem eine übliches LC-Display beispielsweise nur insgesamt 320 Pixelspalten aufweist, ist es vorteilhaft, das insgesamt darzustellende Gesamtspektrum in beispielsweise nur 320 Träger umfassende Einzelbereiche aufzuteilen und diese nacheinander darzustellen oder mehrere Träger gleichzeitig in einer Spalte des Displays zusammenzufassen.

ANSPRÜCHE

Verfahren zur Anzeige des mittleren Modulationsfehlers MER_{RMS} eines Multiträger (OFDM)-Signals,

dadurch gekennzeichnet,

daß

a) für jedes aktuelle Modulationssymbol I jedes einzelnen Trägers k des Multiträgersignals das Quadrat des Fehlervektors nach der Beziehung

10

$$m_k = |Fehlervektor_k|^2$$

berechnet wird,

b) dieser Wert m_k mit dem Inhalt einer dem gleichen Träger k zugeordneten
 Speicherzelle eines Speichers (A2), der genausoviel Speicherzellen wie das OFDM-Signal Träger besitzt, nach der Beziehung

$$A2_{k,l+1} = \frac{(A2_{k,l} \cdot l + m_k)}{(l+1)}$$
 (Iterations formel)

mit

A2_{k,i+1}: neuer Meßwert (Zeitpunkt l+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll,

 $A2_{k,l}$: bisheriger Meßwert (Zeitpunkt l) aus Speicherzelle k des Speichers A2,

 m_{κ} : aktuell gemessenes Fehlerquadrat für Träger k,

k: Trägernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k

 $= 0 \dots K_{max},$

1: Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, 0 ≤ 1.,

verrechnet wird,

c) aus diesen Werten der Speicherzellen dann nach der Beziehung

$$MER_{RMS,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{A2_k}}{VM}$$
 [%]

5

10

25

der mittlere Modulationsfehler MER_{RMS} für jeden Träger berechnet wird, wobei VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände der jeweils verwendeten Modulationsart eines mit Nutzdaten modulierten Trägers ist, und d) dieser MER_{RMS}-Wert dann für jeden einzelnen Träger k als Ordinatenwert eines Diagramms mit der Anzahl der Träger als Abszisse graphisch dargestellt wird.

- 2. Verfahren zur Anzeige des maximalen Modulationsfehlers MER_{MAX} eines Multiträger (OFDM)-Signals, insbesondere in Kombination mit einem Verfahren nach Anspruch 1,
- 15 dadurch gekennzeichnet,

daß

a) für jedes aktuelle Modulationssymbol I jedes einzelnen Trägers k des Multiträgersignals das Quadrat des Fehlervektors nach der Beziehung

$$m_k = |Fehlervektor_k|^2$$

berechnet wird.

- b) dieser Wert m_k mit dem Wert einer dem gleichen Träger k zugeordneten Speicherzelle eines Speichers (A1), der genausoviel Speicherzellen wie das OFDM-Signal Träger aufweist, verglichen wird, wobei der in dieser Speicherzelle abgespeicherte Wert durch den aktuellen Wert ersetzt wird, wenn der aktuelle Wert größer als der bereits abgespeicherte ist,
- c) aus diesen Maximalwerten der Speicherzellen dann nach der Beziehung

$$MER_{MAX,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{Al_k}}{VM}$$
 [%]

5

der maximale Modulationsfehler MER_{MAX} für jeden Träger berechnet wird, wobei \overline{VM} der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände der jeweils verwendeten Modulationsart eines mit Nutzdaten modulierten Trägers ist, und

- d) dieser MER-Max-Wert dann für jeden einzelnen Träger k als Ordinatenwert eines Diagramms mit der Anzahl der Träger als Abszisse graphisch dargestellt wird.
 - 3. Verfahren nach Anspruch 2,
- 10 dadurch gekennzeichnet,

daß anstelle des Rechenschrittes a) nach Anspruch 2 beim Rechenschritt b) jeweils unmittelbar der maximale Fehlervektor je Speicherzelle abgespeichert wird und im Verfahrensschritt c) der Wert REM_{MAX} nach der Beziehung

15
$$MER_{MAX,k} = 100 \cdot \frac{\left| max. Fehlervektor_{k} \right|}{VM}$$
 [%]

berechnet und schließlich nach Verfahrensschritt d) graphisch dargestellt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß bei Verfahrensschritt b) nach Anspruch 1 zunächst nach der Beziehung

$$A2'_{k,l+1} = A2'_{k,l} + m_k$$
 (Iterationsformel)

25 mit

A2'_{k,l+1}: neuer Meßwert (Zeitpunkt l+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll,

A2'_{k,l}: bisheriger Meßwert (Zeitpunkt l) aus Speicherzelle k des Speichers A2, m_k : aktuell gemessenes Fehlerquadrat für Träger k,

k: Trägernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k $= 0 \dots K_{max},$

WO 00/25471 PCT/EP99/07101

Τ0

1: Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, $0 \le 1$.

ein Zwischenwert berechnet wird und dieser Zwischenwert A2' vor der Anzeige nach Verfahrensschritt d) durch die in einem gesonderten Zähler gezählte Anzahl der erfaßten Symbole gemäß der Beziehung

$$A2_{k,l} = \frac{A2'_{k,l}}{l+1}$$

geteilt wird.

10

5

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die zunächst in Prozent ermittelten Werte für MER_{RMS} und/oder MER_{MAX} vor ihrer frequenzabhängigen graphischen Darstellung in die Einheit dB nach der Beziehung

15

$$MER_{dB} = -20 \cdot lg \left(\frac{MER[\%]}{100} \right) \quad [dB]$$

umgerechnet werden.

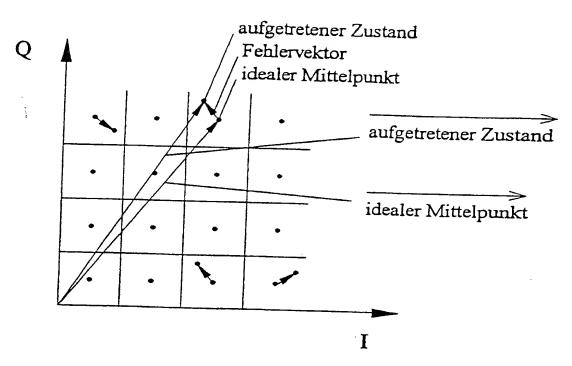
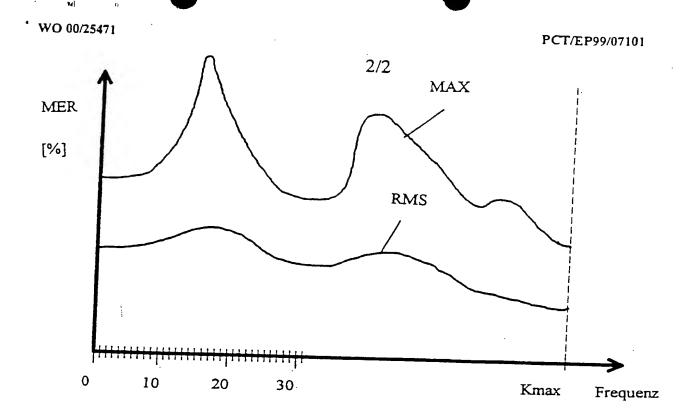
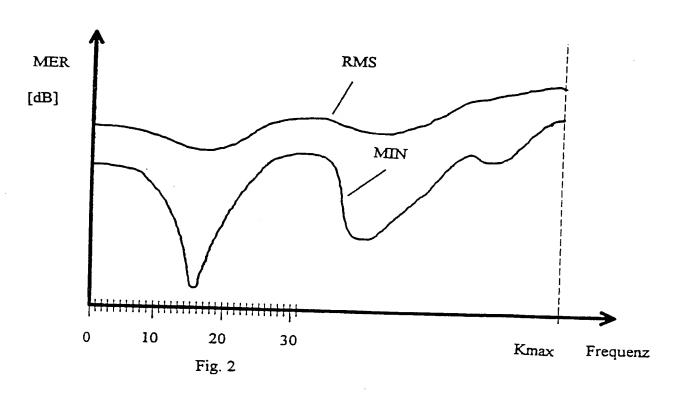


Fig. 1





INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter .nales Aldenzeichen PCT/EP 99/07101

| | , | . P | CT/EP 99 | /07101 | | |
|--|--|---------------------------------|-----------------|--------------------|--|--|
| A KLASS IPK 7 | HFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES H04L1/20 H04L27/26 | | | | | |
| - | 110461/20 110462//20 | | | | | |
| | | | | | | |
| | nternationalen Patentidaæatfikation (IPK) oder nach der nationalen K | lassifikation und der IPK | | | | |
| | RCHIERTE GEBIETE rter Mindestprüfstoff (Klassifikationesystem und Klassifikationssym | hala l | | | | |
| IPK 7 | H04L | bale, | | | | |
| | • | | | | | |
| Recherchie | rte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, | sowelt diese unter die recherch | lerten Gebiete | fallen | | |
| | | | | | | |
| Während de | er Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (| Name der Datenbank und evit | l. verwendete S | Suchbegitfle) | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| C. ALS WE | SENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | | | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angel | be der in Betracht kommenden | Telle | Betr. Anapruch Nr. | | |
| χ | ED 0.740 C10 A (EDANOT TTI TOON) | | | | | |
| ^ | FR 2 742 613 A (FRANCE TELECOM) 20. Juni 1997 (1997-06-20) | | | 1-5 | | |
| | Seite 4, Zeile 15 -Seite 5, Zeile | e 20 | | | | |
| | Abbildung 1 | | | | | |
| Α | US 5 799 038 A (NAKADA JUICHI E | T AL) | } | 1-5 | | |
| | 25. August 1998 (1998-08-25) | · · · · · · · | | 1 0 | | |
| | Spalte 13 Spalte 14, Zeile 44 - Zeile 46 | | 1 | | | |
| | •==== | | | | | |
| A | US 5 153 527 A (YAGUCHI TATSUYA) 6. Oktober 1992 (1992-10-06) | | | 1-5 | | |
| | Spalte 5, Zeile 22 - Zeile 27 | | - 1 | | | |
| į | Spalte 5, Zeile 65 -Spalte 6, Zei | ile 15 | | | | |
| | Spalte 7, Zeile 10 - Zeile 17 | | | | | |
| | Spalte 8, Zeile 10 - Zeile 15 Spalte 8, Zeile 30 - Zeile 35 | | | | | |
| | Abbildung 2 | | | | | |
| | | / | | | | |
| | | -/ | | | | |
| X Wetti | ere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu ehmen | X Siehe Anhang Patent | famille | | | |
| * Besondere | * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum | | | | | |
| "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist | | | | | | |
| "E" ätteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeidedatum veröffentlicht worden ist "I" Veröffentlicht zu die gegleset ist "X" Veröffentlicht zu die gegleset ist "X" Veröffentlichtung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung | | | | | | |
| scheinen zu lassen, oder durch die das Veriffentlicht im gefahr im aber | | | | | | |
| anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) | | | | | | |
| "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Berutzung, eine Ausstellung oder andere Maßenbarung werden, wenn die Veröffentlichungen deser Kategorie in Verbindung gebracht wird und | | | | | | |
| "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeidedatum, aber nach dem beenspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "a" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentramilie ist | | | | | | |
| | Abechlusses der Internationalen Recherche | Absendedatum des intern | ationalen Rech | nercheniberlants | | |
| 16 | 0. Februar 2000 | 02/02/2002 | | | | |
| 25, 62, 2000 | | | | | | |
| Name und P | Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Bevollmächtigter Bediensteter Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentiaan 2 | | | | | |
| | NL - 2290 HV Hijewijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo ni. | MARTINE? MA | | V | | |
| | Fax: (+31-70) 340-3016 | MARTINEZ MARTINEZ, V | | | | |

· INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP 99/07101

| | , PCI/EI | 99/0/101 |
|-------------|---|--------------------|
| C.(Fortsetz | ing) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anapruch Nr. |
| A | "HP introduces industry's first test solution for european DBV-T Services." HP PRESS RELEASES, 'Online! 15. Juli 1998 (1998-07-15), XP002130133 Calif. Retrieved from the Internet: <url:www.tm.agilent.com english="" press="" prtme600806.html="" tmo=""> 'retrieved on 2000-02-09! das ganze Dokument</url:www.tm.agilent.com> | 1-5 |
| | | |
| | | |

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur seiben Patentfamilie gehören

Inten tales Aktenzelchen PCT/EP 99/07101

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamille | | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| FR 2742613 | Α | 20-06-1997 | KEI | NE . | |
| US 5799038 | A | 25-08-1998 | JP JP JP JP EP | 9298572 A 9307479 A 9307525 A 10022873 A 0805573 A | 18-11-1997 28-11-1997 28-11-1997 23-01-1998 05-11-1997 |
| US 5153527 | Α | 06-10-1992 | JP | 3173228 A | 26-07-1991 |

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS,

PCT

REC'D 0 9 OCT 2000

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

| Aktenzeich P 21466/ | | Anmelders oder Anwalts | WEITERES VORGEHEN | siehe Mittei vorläufigen | lung über die Übersendung des internationalen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416) | | |
|------------------------|----------------------------|--|--|--------------------------------|---|--|--|
| Internation | | | Internationales Anmeldedatum(T | ag/Monat/Jahr) | Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) | | |
| | | | 23/09/1999 | | 26/10/1998 | | |
| International H04L1/2 | | entklassification (IPK) oder | nationale Klassifikation und IPK | | | | |
| ROHDE | & SC | HWARZ GMBH & CO | . KG et al. | | | | |
| 1. Diese Behö | er inter | rnationale vorläufige Prü stellt und wird dem Anm | fungsbericht wurde von der mi elder gemäß Artikel 36 übermi | der internation | onale vorläufigen Prüfung beauftragte | | |
| 2. Dies | er BEF | RICHT umfaßt insgesam | t 7 Blätter einschließlich diese | s Deckblatts. | | | |
| ⊠ <i>i</i> | Außerd und/od Behörd | dem liegen dem Bericht | ANLAGEN bei; dabei handelt e andert wurden und diesem Ber ichtigungen (siehe Regel 70.16 | s sich um Blä cht zugrunde | itter mit Beschreibungen, Ansprüchen liegen, und/oder Blätter mit vor dieser tt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT) | | |
| | | | | | | | |
| 3. Dies | er Ber | icht enthält Angaben zu | folgenden Punkten: | | | | |
| 1 | \boxtimes | Grundlage des Bericht | s | | | | |
| - 11 | | | | | | | |
| 111 | | Keine Erstellung eines | Gutachtens über Neuheit, erfi | nderische Tät | igkeit und gewerbliche Anwendbarkeit | | |
| ١٧ | | Mangelnde Einheitlich | keit der Erfindung | | | | |
| v | Ø | Begründete Feststellu gewerbliche Anwendb | ng nach Artikel 35(2) hinsichtlic arkeit; Unterlagen und Erklärui | h der Neuhei igen zur Stütz | t, der erfinderische Tätigkeit und der zung dieser Feststellung | | |
| VI VI | | Bestimmte angeführte | Unterlagen | | | | |
| VII | \boxtimes | | internationalen Anmeldung | | | | |
| VIII | | Bestimmte Bemerkung | gen zur internationalen Anmeld | ung | | | |
| Datum de | r Einrei | ichung des Antrags | Datu | n der Fertigstel | lung dieses Berichts | | |
| 09/05/2 | 000 | | 05.10 | .2000 | | | |
| | eauftra | inschrift der mit der internat igten Behörde: | ionalen vorläufigen Bevo | lmächtigter Bed | diensteter | | |
| | D-8 | opäisches Patentamt 10298 München . +49 89 2399 - 0 Tx: 5236 | Kell | er, M | | | |
| I — — | Fax: +49 89 2399 - 4465 | | | Tel. Nr. +49 89 2399 8807 | | | |

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER **PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07101

| 1 | Grur | ndlag | e des | Berichts |
|----|-------|------------|-------|-----------------|
| 1. | ai ui | I CHICA CO | - 4 | 00.101110 |

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach

| | Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprunglich eingereicht" und sind imm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten.): | | | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------|------------------------|-------------|---|---|--|
| | Bes | chreibung, Seiten | ı: | | | | | | |
| | 1-8 | | ursprüngliche Fassung | | | | | | |
| | Pate | entansprüche, Nr. | : | | | | | | |
| | 1-4 | | eingegangen am | | 0 | 2/08/2000 | mit Schreiben vom | 03/08/2000 | |
| | Zeid | chnungen, Blätter | : | | | | | | |
| | 1/2, | 2/2 | ursprüngliche | Fassu | ng | | | | |
| | | _ | | | | | | | |
| 2. | Auf | grund der Änderun | gen sind folge | nde Unt | erlagen forte | gefallen: | | | |
| | | Beschreibung, | Seiten: | | | | | | |
| | | Ansprüche, | Nr.: | | | | | | |
| | | Zeichnungen, | Blatt: | | | | | | |
| 3. | | Dieser Bericht ist angegebenen Grü eingereichten Fas | inden nach Au | ıffassun | g der Behör | de über dei | lerungen erstellt wor n Offenbarungsgeha | rden, da diese aus den alt in der ursprünglich | |
| 4. | Etw | vaige zusätzliche B | emerkungen: | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigk gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung | | | | | | | schen Tätigkeit und der eststellung | | |
| 1. Feststellung | | | | | | | | | |
| | Ne | uheit (N) | | | Ansprüche Ansprüche | 1-4 | | | |
| | Erfi | inderische Tätigkei | t (ET) | | Ansprüche Ansprüche | 1-4 | | | |
| | Ge | werbliche Anwendl | barkeit (GA) | | Ansprüche Ansprüche | 1-4 | | | |

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07101

2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist: siehe Beiblatt

Zu SEKTION V:

- Die internationale Anmeldung PCT/EP99/07101 ist auf ein Verfahren zur Anzeige des Modulationsfehlers eines Multiträger-Signals gerichtet. Der Anspruch 1 beansprucht ein Verfahren zur Anzeige des mittleren Modulationsfehlers MER_{RMS} eines Orthogonal Frequency Division and Multiplexing (OFDM)-Multiträger-Signals.
- 2). Der Stand der Technik wird von der Anmelderin in der Beschreibung (siehe insbesondere Seite 3, erster Absatz) gewürdigt.
 Der Nachteil im Stand der Technik wird auf Seite 3, zweiter Absatz, erläutert. So ist bekannt jeweils für einen einzigen Träger nach den auf Seite 2 der Beschreibung genannten Formeln den Modulationsfehler zu berechnen und als Zahlenwert anzuzeigen. Für Multiträgersysteme mit 1000 und mehr Trägern (z.B. DAB = 1536 Träger, DVB = 1705 bzw. 6817 Träger) ist diese Art der Modulationsberechnung und Einzelträger-Darstellung nicht mehr brauchbar. Würde man jeden einzelnen der beispielsweise 6817 Träger des OFDM-Signals nach den Formeln berechnen, dann wäre ein relativ aufwendiger Rechner und vor allem ein großer Speicher zur Speicherung der einzelnen Summanden für die jeweiligen Träger notwendig.
- 3). Die **Aufgabe der Erfindung** (vgl. Seite 3, dritter Absatz) ist es, ein Verfahren aufzuzeigen, mit welchem der Modulationsfehler auf eine einfache Weise mit geringstmöglichem Rechenaufwand berechnet werden kann. Außerdem soll eine einfache und übersichtliche meßtechnische Auswertung für alle Träger möglich sein.
- 4a). Die Aufgabe der Erfindung wird durch das vorteilhafte Zusammenwirken der im Anspruch 1 genannten technischen Merkmalen gelöst. Der Anspruchswortlaut ist: Verfahren zur Anzeige des mittleren Modulationsfehlers MER_{RMS} eines Orthogonal Frequency Division and Multiplexing (OFDM)-Multiträger-Signals dadurch gekennzeichnet, daß
 - a) für jedes *aktuelle* Modulationssymbol I jedes einzelnen Trägers k des Multiträgersignals das Quadrat m_k des Fehlervektors nach der Beziehung $m_k = |\text{Fehlervektor}_k|^2$ berechnet wird,

 b) dieser Wert m_k mit dem Inhalt einer dem gleichen Träger k zugeordneten Speicherzelle eines ersten Speichers (A2), der genausoviele Speicherzellen wie das OFDM-Signal Träger besitzt, nach der Beziehung

$$A2_{k,l+1} = \frac{(A2_{k,l} \cdot l + m_k)}{(l+1)}$$
 (Iterationsformel)

mit

A2_{k,l+1}: neuer Meßwert (Zeitpunkt I +1), der in Speicherzelle k des

Speichers A2 abgelegt werden soll,

A2_{k,1}: bisheriger Meßwert (Zeitpunkt I) aus Speicherzelle k des

Speichers A2,

m_k: aktuell gemessenes Fehlerquadrat für Träger k

k : Trägernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der

Frequenz, k = 0 ... Kmax

I : Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, 0 ≤ I

verrechnet wird,

c) aus diesen Werten der Speicherzellen dann nach der Beziehung

der mittlere (prozentuale) Modulationsfehler MER _{RMS} für jeden Träger berechnet wird, wobei VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände der jeweils verwendeten Modulationsart eines mit Nutzdaten modulierten Trägers ist ,

und

d) dieser MER _{RMS} - Wert dann für jeden einzelnen Träger k als Ordinatenwert eines Diagramms mit der Anzahl der Träger als Abszisse graphisch dargestellt wird.

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT - BEIBLATT

- 4b). Das im Anspruch 1 beschriebene Verfahren entfaltet vorteilhafte Wirkungen, wie auf Seite 3 (letzter Absatz) bis Seite 4 (erster Absatz) der Beschreibung erläutert.
 - Es ist durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 möglich mittels eines einfachen Speichers fortlaufend für die einzelnen Träger den mittleren Modulationsfehler zu berechnen. Dieses Verfahren erlaubt extrem kurze Rechenzeiten und kommt mit einem Speicher von geringstmöglichem Speicherumfang aus.
- 5). Die Gesamtheit aller technischen Merkmale des Anspruchs 1 wird durch kein Dokument des internationalen Recherchenberichts alleine offenbart. Der Gegenstand des Anspruchs 1 erfüllt somit das Kriterium der Neuheit (Art. 33 (1) und (2) PCT). Die im internationalen Recherchenbericht genannten Dokumente legen den Gegenstand des Anspruchs 1 auch nicht nahe. Somit sind die Anforderungen hinsichtlich einer erfinderischen Tätigkeit des beanspruchten Gegenstandes erfüllt (Artikel 33 (1) und (3) PCT). Gewerblich anwendbar ist der Gegenstand des Anspruchs 1 u.a. für meßtechnische Anwendungen in Multiträgersystemen. Folglich sind die Bedingungen des Artikels 33 (1) und (4) PCT hinsichtlich der gewerblichen Anwendbarkeit erfüllt.
- 6). Die abhängigen Ansprüche 2 bis 4 definieren spezielle Auslegungen des Verfahrens gemäß Anspruch 1, welche gleichfalls den Anforderungen hinsichtlich Neuheit, erfinderischer Tätigkeit und gewerblicher Anwendbarkeit genügen (Art. 33 (2) bis (4) PCT).

Zu Sektion VII:

- Die Dokumente D1 und D4 wurden in der Beschreibung nicht angegeben; auch 1). der darin enthaltene einschlägige Stand der Technik wurde nicht kurz umrissen. Die Erfordernisse der Regel 5.1 (a)(ii) PCT sind somit nicht erfüllt worden.
 - FR-A-2 742 613 (FRANCE TELECOM) 20. Juni 1997 D1 =
 - "HP introduces industry's first test solution for european DBV-T D4 =Services." HP PRESS RELEASES, [Online] 15. Juli 1998 (1998-07-15), XP002130133 Calif. Retrieved from the Internet: <URL:www.tm.agilent.com/tmo/press/English/ PRTME600806.html> [retrieved on 2000-02-09]
- Die Beschreibung (vgl. Seite 3, vorletzter Absatz) wurde nicht an die gültigen An-2). sprüche angepaßt. Die Erfordernisse der Regel 5.1 (a)(iii) PCT sind folglich nicht erfüllt.
- Die Beschreibung der internationalen Anmeldung enthält keine kurzen 3). Erläuterungen der Zeichnungen (Blätter 1 /2-2/2). Somit ist das Erfordernis der Regel 5.1 (a)(iv) PCT nicht erfüllt (vgl. auch PCT-Gazette, Section IV, II-4.7).
- Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse der Regel 11 PCT, 4). insbesondere nicht mit Blick auf die Erfordernisse in Regel 11.9 (d) PCT [Größe der Schrift]. Egal ob mit Blick auf die ursprünglichen Unterlagen oder auf die Publikationsschrift WO-A-00/25471, enthält die Anmeldung Teile, welche kaum lesbar sind (vgl. Seite 5, unten; Seite 6), und daher Zweifel hinsichtlich des Informationsinhalts aufwerfen. Daher wird vorgeschlagen, während der nationalen oder regionalen Patentierungsphase, die vorgenannten Teile als gut lesbare Ersatzseiten einzureichen.
- Die Beschreibung enthält einige Tippfehler (siehe Seite 1, Zeilen 6 und 9), die 5). korrigiert werden sollten.
 - Modulationsfehler,
 - Division and Multiplexing

1

PCT/EP99/07101

02. August 2000

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Anzeige des mittleren Modulationsfehlers MER_{RMS} eines - Orthogonal Frequency Division and Mulitplexing (OFDM)-Multiträger-Signals, dadurch gekennzeichnet,

daß

a) für jedes aktuelle Modulationssymbol I jedes einzelnen Trägers k des
 10 Multiträgersignals das Quadrat m_k des Fehlervektors nach der Beziehung

$$m_k = |Fehlervektor_k|^2$$

berechnet wird,

b) dieser Wert m_k mit dem Inhalt einer dem gleichen Träger k zugeordneten Speicherzelle eines ersten Speichers (A2), der genausoviel Speicherzellen wie das OFDM-Signal Träger besitzt, nach der Beziehung

$$A2_{k,l+1} = \frac{(A2_{k,l} \cdot l + m_k)}{(l+1)}$$

20 mit

A2_{k,l+1}: neuer Meßwert (Zeitpunkt l+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll,

 $A2_{k,l}$: bisheriger Meßwert (Zeitpunkt l) aus Speicherzelle k des Speichers A2, m_k : aktuell gemessenes Fehlerquadrat für Träger k,

25 k: Trägernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k
= 0 ... K_{max},

1: Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, $0 \le 1$.,

verrechnet wird,

2

c) aus diesen Werten der Speicherzellen dann nach der Beziehung

$$MER_{RMS,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{A2_k}}{\overline{VM}}$$
 [%]

5

10

15

der mittlere Modulationsfehler MER_{RMS} für jeden Träger berechnet wird, wobei VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände der jeweils verwendeten Modulationsart eines mit Nutzdaten modulierten Trägers ist, und d) dieser MER_{RMS}-Wert dann für jeden einzelnen Träger k als Ordinatenwert eines Diagramms mit der Anzahl der Träger als Abszisse graphisch dargestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Anzeige des maximalen Modulationsfehlers MER_{MAX} der nach Rechenschritt a) berechnete Wert m_k mit dem Wert einer dem gleichen Träger k zugeordneten Speicherzelle eines zweiten Speichers (A1), der genausoviel Speicherzellen wie das OFDM-Signal Träger aufweist, verglichen wird, wobei der in dieser Speicherzelle abgespeicherte Wert durch den aktuellen Wert ersetzt wird, wenn der aktuelle Wert größer als der bereits abgespeicherte ist,

20 e) aus diesen Maximalwerten der Speicherzellen dann nach der Beziehung

$$MER_{MAX,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{Al_k}}{\overline{VM}}$$
 [%]

der maximale Modulationsfehler MER_{MAX} für jeden Träger berechnet wird, wobei VM der quadratisch gewichtete Mittelwert der Amplitude aller idealen Signalzustände der jeweils verwendeten Modulationsart eines mit Nutzdaten modulierten Trägers ist, und

f) dieser MER-Max-Wert dann für jeden einzelnen Träger k als Ordinatenwert eines Diagramms mit der Anzahl der Träger als Abszisse graphisch dargestellt wird.

30

25

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei Verfahrensschritt b) nach Anspruch 1 zunächst nach der Beziehung

$$A2'_{k,l+1} = A2'_{k,l} + m_k$$

5 mit

A2'_{k,l+1}: neuer Meßwert (Zeitpunkt 1+1), der in Speicherzelle k des Speichers A2 abgelegt werden soll,

A2'_{k,l}: bisheriger Meßwert (Zeitpunkt 1) aus Speicherzelle k des Speichers A2,

mk: aktuell gemessenes Fehlerquadrat für Träger k,

10 k: Trägernummer innerhalb des OFDM-Spektrums, wächst mit der Frequenz, k = $0 \dots K_{max}$,

1: Nummer des Symbols, wächst mit der Zeit, $0 \le 1$.

ein Zwischenwert berechnet wird und dieser Zwischenwert A2' vor der Anzeige nach 15 Verfahrensschritt d) durch die in einem gesonderten Zähler gezählte Anzahl der erfaßten Symbole gemäß der Beziehung

$$A2_{k,l} = \frac{A2'_{k,l}}{l+1}$$

20 geteilt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die zunächst in Prozent ermittelten Werte für MER_{RMS} und/oder MER_{MAX} vor ihrer frequenzabhängigen graphischen Darstellung in die Einheit dB nach der Beziehung

$$MER_{dB} = -20 \cdot lg \left(\frac{MER[\%]}{100} \right) \quad [dB] \quad .$$

umgerechnet werden.



Claims

- 1. Process for displaying the mean modulation error ratio MER_{RMS} multiplexing multicarrier signal (OFDM), 5 characterised in that
- a) for each current modulation symbol I of each individual carrier k of the multicarrier signal, the square of the error vector is calculated in accordance
 10 with the equation

$$m_k = |error vector_k|^2$$

b) this value m_k is set off against the contents of a memory location of a memory (A2) associated with the same carrier k, which memory has as many memory locations as the OFDM signal has carriers, in accordance with the equation

20
$$A2_{k,1-1} = \frac{\left(A2_{k,1} \times 1 + m_{k}\right)}{\left(1+1\right)}$$
 (iteration formula)

where

- A2 $_{k,\,1+1}$ is the new measured value (instant 1+1) which is to be stored in memory location k of the memory A2,
- $A2_{k,1}$ is the previous measured value (instant 1) from memory location k of the memory A2,

 $\ensuremath{m_k}$ is the current measured error square for carrier $\ensuremath{k_{\star}}$

k is the carrier number within the OFDM spectrum, increases with the frequency, $k=0...\ K_{max}$,

1 is the number of the symbol, increases with time, $0 \le 1$,

10

c) the mean modulation error MER_{RMS} is then calculated 5 for each carrier from these values of the memory locations in accordance with the equation

$$MER_{RMS,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{A2_k}}{VM}$$
 [%]

- where \overline{VM} is the square weighted mean value of the amplitudes of all ideal signal statuses of the type of modulation used in each case of a carrier modulated with user data, and
- 15 d) this MER_{RMS} value is then illustrated on a graph for each individual carrier k as ordinate value of a graph with the number of carriers as abscissa.
- 2. Process for displaying the maximum modulation error 20 ratio MER_{MAX} of a multicarrier (OFDM) signal, in particular in combination with a process according to claim 1, characterised in that
- a) for each current modulation symbol I of each
 25 individual carrier k of the multicarrier signal, the square of the error vector is calculated in accordance with the equation

$$m_k = |error vector_k|^2$$

30

b) this value m_k is compared with the value of a memory location of a memory (A1) associated with the same carrier k, which memory has as many memory locations as the OFDM signal has carriers, the value stored in this

35 memory location being replaced by the current value if

the current value is greater than the already stored value,

c) the maximum modulation error MER_{MAX} for each carrier is then calculated from these maximum values of the memory locations in accordance with the equation

$$MER_{MAX,k} = 100 \cdot \frac{\sqrt{Al_k}}{VM}$$
 [%]

- where VM is the square weighted mean value of the amplitudes of all ideal signal statuses of the type of modulation used in each case of a carrier modulated with user data, and
- 15 d) this MER_{MAX} value is then illustrated on a graph for each individual carrier k as ordinate value of a graph with the number of carriers as abscissa.
 - 3. Process according to claim 2,
- 20 characterised in that instead of calculation stage a) according to claim 2, the maximum error vector is stored directly in each case for each memory location in process stage b) and the value REMMAX is calculated in process stage c) in accordance with the equation

$$MER_{MAX,k} = 100 \cdot |max. error vector_k|$$
 [%]

- and is finally illustrated on a graph in accordance with process stage d).
- 4. Process according to any of the preceding claims,35 characterised in that

in process stage b) according to claim 1 an intermediate value is initially calculated in accordance with the equation

5
$$A2'_{k,1+1} = A2'_{k,1} + m_k$$
 (iteration formula)

where

A2'_{k,1+1} is the new measured value (instant 1+1)
which is to be stored in memory location k of the memory A2,

 $A2'_{k,1}$ is the previous measured value (instant 1) from memory location k of the memory A2,

 $$m_k$$ is the current measured error square for carrier $k_{\mbox{\scriptsize \emph{t}}}$

k is the carrier number within the OFDM spectrum, increases with the frequency, $k = 0... K_{max}$,

1 is the number of the symbol, increases with time, $0 \le 1$.

and this intermediate value A2' is divided prior to display according to process stage d) by the number of detected symbols which have been counted in a separate counter in accordance with the equation

30
$$A2_{k,1} = \frac{A2'_{k,1}}{1+1}$$

5. Process according to one of the preceding claims, characterised in that

the values initially determined in per cent for MER $_{RMS}$ and/or MER $_{MAX}$ are converted prior to their frequency-dependent graphic illustration into the unit dB in accordance with the equation

$$MER_{db} = -20.1g \left(\frac{MER[%]}{100}\right)$$
 [dB].